13 (3) 165-174, Autumn 2021

Journal of Animal Environment

(AEJ)

Journal homepage: http://www.aejournal.ir

Original Research Paper

The effect of Short-term Period Starvation and Re-feeding on growth indices and blood factors in Sub-yearling Beluga (*Huso huso*)

Soheila Naghshpour [1], Abbas Bozorgnia[*1], Seyed Mehdi Hosseinifard [2], Sayed Roholah Javadian [1]

[1] Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources Sciences, Qaemshahr Branch, Islamic Azad University, Qaemshahr, Iran

[2] Department of Veterinary, Babol Branch, Islamic Azad University, Babol, Iran

Key Words

Huso huso
Compensatory growth
Blood indices
Growth performance

Abstract

Introduction: The present study was performed to identify growth performance and blood factors in *Huso huso* (34.58±5.32) after short term starvation.

Materials & Methods: The treatments consisted of 4 groups in which the control treatment group (F) fed 4 times daily satiety, the SRF1 treatment with four alternate two-day starvation and 8-day feeding after each starvation period. SRF2 with two alternate four-day fasting and 16-day fasting after each starvation and the SRF3 treatment with an 8-day fasting and 32-day fasting period were tested for 40 days.

Result: The results showed that growth performance in experimental treatments was significantly affected by feeding process ($p<0.05$). SRF1 and SRF2 treatments showed significantly higher weight gain and specific growth rate than SRF3 treatment ($p<0.05$). There was no significant difference in liver index, gastrointestinal index and status factor ($p>0.05$). The effect of starvation and malnutrition on blood parameters was significant ($p<0.05$). With 8-day starvation (SRF3), the level of red blood cells increased significantly compared to other treatments.

Conclusion: According to the results obtained at the end of the experimental period, it can be concluded that the fish were able to adapt to shorter periods of starvation so that the 2 and 4-day starvation treatments had full compensatory growth. But the 8-day starvation treatment (SRF3) had less final weight than the control treatment, which shows a relative compensatory growth in them.

* Corresponding Author's email: dr.bozorgnia@gmail.com

Received: 7 July 2020; Reviewed: 17 September 2020; Revised: 21 October 2020; Accepted: 17 November 2020

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.248236.2351

مقاله پژوهشی

تاثیر دوره‌های گرسنگی کوتاه مدت و تغذیه مجدد بر شاخص‌های رشد و فاکتورهای خونی در بچه فیل‌ماهی (*Huso huso*)

سهیلا نقش‌پور[۱]، عباس بزرگ‌نیا[۱]، سیدمهدی حسینی‌فرد[۲]، سیدروح‌الله جوادیان[۱]*

[۱] گروه شیلات و آبزیان، دانشکده منابع طبیعی، واحد قائمشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، قائمشهر، ایران
[۲] گروه دامپزشکی، واحد بابل، دانشگاه آزاد اسلامی، بابل، ایران

کلمات کلیدی

فیل‌ماهی
رشد جبرانی
فاکتورهای خونی
شاخص‌های رشد

چکیده

مقدمه: تحقیق حاضر در راستای شناخت عملکرد رشد و فاکتورهای خونی به‌دنبال اعمال گرسنگی کوتاه‌مدت در فیل‌ماهی با میانگین وزن اولیه ۳۴/۵۸±۵/۳۲ مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها: ٤ تیمارشامل شاهد (F) روزانه ٤ بار در حد سیری غذادهی شدند، تیمار SRF1 با چهار دوره متناوب گرسنگی دو روزه و غذادهی ۸ روزه پس از هر دوره گرسنگی، تیمار SRF2 با دو دوره متناوب گرسنگی چهار روزه و غذادهی ١٦ روزه پس از هر گرسنگی و تیمار SRF3 با یک دوره گرسنگی ۸ روزه و غذادهی ۳۲ روزه به‌مدت ٤٠ روز مورد آزمایش قرار گرفتند.

نتایج: نتایج نشان داد که عملکرد رشدی در تیمارهای آزمایشی به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر روند غذادهی قرار گرفته است (P<۰/۰۵). تیمارهای SRF1 و SRF2 نسبت به تیمار SRF3 به‌طور معنی‌داری افزایش وزن و نرخ رشد ویژه بالاتری نشان دادند (p<۰/۰۵). در شاخص کبدی، شاخص دستگاه گوارش و فاکتور وضعیت تفاوت معنی‌داری مشاهده نشده است (P>۰/۰۵). اثر گرسنگی و غذادهی مجدد بر پارامترهای خونی معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). به‌طوری‌که با اعمال گرسنگی ۸ روزه (SRF3) سطح گلبول قرمز به‌طور معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها افزایش یافت.

نتیجه‌گیری و بحث: با توجه به نتایج به‌دست آمده در پایان دوره آزمایش می‌توان چنین استنباط کرد که فیل‌ماهی توانایی از سازگاری با دوره‌های کوتاه‌تر گرسنگی برخوردار بود به‌طوری‌که تیمارهای ۲ و ٤ روز گرسنگی دارای رشد جبرانی کامل بودند. اما تیمار ۸ روز گرسنگی (SRF3) وزن نهایی کم‌تری نسبت به تیمار شاهد داشتند که نشان‌دهنده رشد جبرانی نسبی در آن‌ها می‌باشد.

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: dr.bozorgnia@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۷ تیر ۱۳۹۹؛ تاریخ داوری: ۲۷ شهریور ۱۳۹۹؛ تاریخ اصلاح: ۳۰ مهر ۱۳۹۹؛ تاریخ پذیرش: ۲۷ آبان ۱۳۹۹
(DOI): 10.22034/AEJ.2020.248236.2351

مقدمه

در سال‌های اخیر توجه ویژه‌ای به صنعت آبزی‌پروری و توسعه پرورش گونه‌های جدید در ایران شده است که در این میان ماهیان خاویاری درنتیجه تولیدخاویار و گوشت(هم‌چنین پوست و غضروف)، قدرت‌سازگاری اکولوژیک بالا و توانایی‌هم‌زیستی با ماهیان استخوانی در صنعت آبزی‌پروری وارد شده و توسعه یافته است (Chebanov و Billard، ۲۰۰۱). یکی از گونه‌های مهم ماهیان خاویاری، فیل‌ماهی (*Huso huso*) است که به‌دلایل سازگاری با شرایط پرورشی، رشد سریع و دارا بودن خاویار ارزشمند، به‌عنوان گزینه‌ای مناسب برای پرورش محسوب می‌شود (Mohseni و همکاران، ۲۰۰۸). پرورش فیل‌ماهی صنعت نسبتاً جدیدی در ایران به‌شمار می‌آید و مطالعات در مورد مدیریت مناسب پرورش و نیازمندی‌های غذایی این‌گونه محدوداست.ماهیان مانند همه موجودات‌خونسرد قادرندزمان زیادی را بدون غذا تحمل کنند و در بسیاری از گونه‌ها یک دوره بی‌غذایی یا کمبود غذا، بخشی از چرخه طبیعی زندگی آن‌هاست (Davis و Gaylord، ۲۰۱۱). بسیاری از گونه‌ها می‌توانند گرسنگی‌های طولانی مدت یا کوتاه‌مدت را به‌علت تغییرات آب‌وهوایی،تولیدمثل، مهاجرت و سایر موارد تحمل نمایند. این گونه‌ها به‌خوبی برای استفاده از منابع متابولیک بدن خود برای زنده ماندن و حفظ عملکرد طبیعی بدن در دوران‌محرومیت‌غذایی،سازگاری‌یافتند(Blanger و همکاران، ۲۰۰۲). با توجه به این توانایی در ماهیان، در مزارع پرورشی برنامه‌های محدودیت غذایی کوتاه‌مدت، بدون این‌که تاثیر بازدارنده بر رشدداشته باشد، دارای مزایای زیادی می‌باشد. به‌دنبال این محرومیت غذایی، بازگشت ماهی به رشد طبیعی و سلامت فیزیولوژیک بدن بسیار مهم می‌باشد. یکی از موارد مهمی که می‌تواند نقش تعیین کننده‌ای در بهینه‌سازی فعالیت‌های آبزی‌پروری داشته باشد، رشد جبرانی‌است. در طول دوره‌های محرومیت غذایی، جانوران مکانیسم‌های رفتاری، فیزیولوژیک و ساختاری مختلفی را برای پوشش نیازهای متابولیک به‌کار می‌گیرند تا از منابع خود استفاده کنند که این موضوع شامل کاهش تحرک و فعالیت‌های متابولیک و اصلاح ظرفیت‌های متابولیک بافت می‌باشد (Navarro و Gutierrez، ۱۹۹۵؛ Mendez و Wieser، ۱۹۹۳).مطالعاتی در ارتباط با اثر دوره‌های گرسنگی بر رفتار تغذیه‌ای و خونی ماهیان انجام شده است ازجمله، مرشدی‌وهمکاران(۱۳۹۳) اثرمحرویت‌غذایی بر تغییرات شاخص‌های خونی‌در بچه تاس‌ماهیان سیبری(*Acipenser baeri*) و بچه فیل‌ماهی (*Huso huso*) پرورشی، یارمحمدی‌و همکاران (۱۳۹۴) تاثیر دوره‌های گرسنگی‌بر شاخص‌های خونی‌در تاس‌ماهی ایرانی(*Acipenser persicus*)، عشوری و همکاران (۱۳۹۴) اثرات دوره‌های گرسنگی و تغذیه مجدد به پاسخ‌های فیزیولوژیک و مرفولوژیک بر بچه‌ماهیان سیبری (*Acipenser baeri*) را مورد بررسی قرار دادند که مطالعات مذکور، نتایج متفاوتی را نیز به‌دلیل دوره‌های گرسنگی‌متفاوت، گونه و سن‌ماهی گزارش کردند. توانایی سازگاری ماهی به شرایط گرسنگی و نحوه تحمل دوران محرومیت غذایی و سر انجام برگشت به شرایط اولیه و جبران آثار آن از اهمیت این تحقیق است. دریافت مجدد غذا در گروه‌های مختلف ماهیان متفاوت می‌باشد به‌جز مواردی که آسیب‌های جبران ناپذیری دارد، اما با بررسی در بیش‌تر گونه بعد از تغذیه مجدد به حالت اول برگشته است. بنابراین، مطالعه وضعیت شاخص‌های‌خونی و عملکرد رشد برای یافتن و درک پاسخ گونه‌های مختلف به این آزمایش برای بهینه‌سازی در پرورش، ذخیره‌سازی انرژی است. هدف از این مطالعه، شناخت پاسخ‌های خونی و عملکرد رشد به گرسنگی کوتاه مدت در فیل‌ماهی می‌باشد.

مواد وروش‌ها

تحقیق‌حاضر درسالن شرکت پرورش ماهیان خاویاری قره‌برون (مرکز اسلامی) واقع در استان مازندران، شهرستان ساری انجام شد. تعداد ۱۸۰ عدد فیل‌ماهی از همان مرکز خریداری شد. ماهیان به منظور عدم آلودگی با آب نمک ضدعفونی و سپس به‌مدت ۱۰ روز برای‌سازش با شرایط درمخازن نگه‌داری شدند.طی این‌مدت، ماهیان با جیره غذایی آزمایشی ساخته شده (جدول ۱) تغذیه شدند. پس از طی‌مرحله سازگاری، زیست‌سنجی ماهیان انجام شد و ماهیانی که از لحاظ وزن و طول تقریبی‌در یک اندازه بودند،به‌طور تصادفی انتخاب و در ۱۲ مخزن فایبرگلاس ۳۰۰ لیتری با عمق آبگیری ۲۵۰ لیتر، هر مخزن‌حاوی ۱۵ قطعه ماهی با متوسط وزن اولیه ۵/۳۲±۳۴/۵۸ گرم توزیع گردیدند و به‌مدت ۴۰ روز (عشوری و همکاران، ۱۳۹۴) با جیره‌های غذایی ساخته شده تغذیه شدند. این تحقیق شامل ۴ رژیم غذادهی مختلف در دوره‌های گرسنگی به‌ترتیب ۲، ۴ و ۸ روزه و دوره‌های غذادهی‌مجدد به‌ترتیب ۸، ۱۶ و ۳۲ روز بود. تیمار شاهد (F) روزانه ۴ بار در حد سیری ظاهری غذادهی شدند، تیمار SRF1 با چهار دوره متناوب گرسنگی دو روزه و غذا دهی ۸ روزه پس از هر دوره گرسنگی، تیمار SRF2 با دو دوره متناوب گرسنگی چهار روزه و غذادهی ۱۶ روزه پس از هر گرسنگی و تیمار SRF3 با یک‌دوره گرسنگی ۸ روزه و غذادهی ۳۲ روز پس از دوره گرسنگی غذادهی شدند. براساس‌رفتار تغذیه‌ای‌بچه‌ماهیان،غذادهی‌در حد سیری (حدود ۳ درصد وزن بدن) در ۴ نوبت انجام شد. میانگین دمای روزانه ۱±۲۱/۲ درجه سانتی‌گراد و شوری ۰/۰۲±۰/۴۴ گرم بر لیتر بود.

جدول ۱ : مقادیر ترکیب مواد اولیه مورد استفاده در تهیه جیره غذایی برای پرورش فیل‌ماهی به‌مدت ۴۰ روز

مواد	درصد
پودر ماهی	۵۴
پودر سویا	۹
آرد گندم	۵
روغن ماهی	۶/۵
روغن سویا	۶/۵
لستین	۲
دی کلسیم فسفات	۲
مواد معدنی*	۳
مکمل ویتامین**	۳
ضدقارچ	۰/۴۵
آنتی اکسیدان	۰/۰۲
لیزین	۱
متیونین	۱
اسید لاکتیک	۲/۵
همبند(ملاس)	۴
مجموع	۹۹/۹۸

* هر کیلوگرم پرمیکس معدنی شامل: آهن (۲۰)، مس (۲ گرم)، منگنز (۴۰ گرم)، روی (۶۰ میلی‌گرم)، ید (۴۰۰ میلی‌گرم)، سلنیوم (۴۰۰ میلی‌گرم)، کبالت (۲۰۰ میلی‌گرم).

** هر کیلوگرم مکمل ویتامین حاوی ویتامین‌های: A: ۱۲۰۰۰۰ واحد بین‌المللی، D_3: ۴۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی، E: ۵۰۰۰۰ میلی‌گرم، K_3: ۸۰۰ میلی‌گرم، نیاسین: ۳۵۰۰۰ میلی‌گرم، C: ۳۰۰۰۰ میلی‌گرم، B_1: ۲۵۰۰ میلی‌گرم، B_2: ۴۰۰۰ میلی‌گرم، B_6: ۲۵۰۰۰ میلی‌گرم، B_{12}: ۸ میلی‌گرم، اینوزیتول: ۵۰۰۰۰ میلی‌گرم، بیوتین: ۱۵۰ میلی‌گرم می‌باشد.

برای ساخت جیره بعد از تنظیم‌فرمول جیره‌های غذایی و آماده نمودن مواد مورد نیاز و تجزیه آن‌ها، تهیه جیره‌های غذایی به‌شرح ذیل انجام گرفت. ابتدا پودر ماهی به‌وسیله الک ۱۰۰ میکرونی الک شدند تا نمونه نرم و یک‌دست شود و درصورت وجود ناخالصی از آن جدا گردید. مواد اولیه مورد نیاز برای ساخت هر یک از جیره‌های غذایی به‌کمک ترازوی‌دیجیتالی وزن شد و در ظرف به‌خوبی مخلوط شد، پس از آن روغن به مخلوط مواد اضافه شده و برای ۱۵ دقیقه کاملاً باهم مخلوط شدند. پس از آن آب به‌تدریج به مخلوط مواد اضافه تا حدی که مخلوط حاصل شکل خمیری به‌خود گرفت. سپس مخلوط حاصل به کمک چرخ گوشت خانگی (ساخت شرکت پارس خزر)چرخ شد، رشته‌های خارج شده از چرخ گوشت روی سینی‌های توری گسترده شده و در داخل آون در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۱۲ ساعت کاملاً خشک شد و پس از خشک‌شدن،جیره غذایی خرد شده تا اندازه مناسب پیدا کند، سپس در بسته‌ها، شماره‌گذاری شدند و در پلاستیک بسته‌بندی تا زمان مصرف در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شدند، هم‌زمان با شروع فعالیت کارگاهی، مقدار غذای مورد نیاز به‌صورت روزانه از فریزر خارج شده و در دمای ۴ درجه‌سانتی‌گراد انجمادزدایی شد و مورداستفاده قرار گرفت. ترکیب و آنالیز تقریبی جیره‌های آزمایشی مورد نظر در جداول ۱ و ۲ ارائه شده است.

جدول ۲: آنالیز تقریبی جیره آزمایشی مورد استفاده در دوره پرورش

مواد مغذی	درصد
پروتئین خام	۴۵/۹۸
چربی خام	۱۵
خاکستر	۱۳/۵
رطوبت	۱۰

برخی از شاخص‌های رشد تعیین شده عبارتند از: (Kenari و همکاران، ۲۰۱۱؛ Mohanta و همکاران، ۲۰۰۸):

نرخ رشد ویژه (درصد/روز)=

[(Ln وزن نهایی- Ln وزن اولیه) / تعداد روزهای پرورش] × ۱۰۰

ضریب تبدیل غذا = مقدار غذای گرفته شده / افزایش وزن توده

میزان افزایش وزن بدن= وزن نهایی (گرم) – وزن اولیه (گرم)

درصد بازماندگی= (تعداد اولیه – تعداد تلفات / تعداد اولیه) × ۱۰۰

فاکتور وضعیت (گرم/ سانتی‌متر)= (وزن نهایی/ طول^3) × ۱۰۰

برای اندازه‌گیری شاخص دستگاه گوارش و کبد در انتهای دوره از هر تیمار ۹ عدد ماهی کالبدشکافی شد، امعا، احشاء و کبد هر ماهی توزن با فرمول‌های ذیل محاسبه شد:

شاخص دستگاه گوارش (٪)=

وزن کل دستگاه گوارش (گرم)/ وزن بدن (گرم)) × ۱۰۰

شاخص کبدی (٪)= (وزن کبد (گرم)/ وزن بدن (گرم)) × ۱۰۰

برای اندازه‌گیری فاکتورهای خونی در پایان دوره آزمایش از هر تیمار ۹ قطعه ماهی (سه قطعه از هر تکرار) به‌صورت تصادفی نمونه‌برداری شد. جهت نمونه‌برداری ماهیان با پودر گل میخک (clove) (۱۰۰ میلی‌گرم برلیتر) بی‌هوش‌شده وخونگیری با استفاده‌از سرنگ ۵ سی‌سی از ساقه‌دمی ماهی انجام شد. تعداد گلبول قرمز با استفاده از پی‌پت ملانژور قرمز به نسبت ۱/۲۰۰ در محلول محلول Natt و Herrick(۱۹۵۲) رقیق شده و با استفاده از لام نئوبار و میکروسکوپ نوری شمارش شدند و تعداد گلول سفید با استفاده از پی‌پت ملانژور سفید به نسبت ۱/۵۰ در محلول Natt و Herrick (۱۹۵۲) رقیق شده و با استفاده از لام نئوبار و میکروسکوپ نوری شمارش شدند (Kenari و همکاران، ۲۰۱۳).

برای اندازه‌گیری هموگلوبین از روش سیانومت هموگلوبین (Blaxhall و Daisley، ۱۹۷۳) و کیت تشخیصی زیست‌شیمی استفاده شد. مقدار ۲۰ میکرولیتر خون منعقد نشده با ۵ میلی‌لیتر محلول درابکین مخلوط شده و ۵ دقیقه در محیط تاریک قرار داده شد. سپس به‌وسیله اسپکتوفتومتر در طول موج ۵۴۰ نانومتر برحسب گرم در دسی لیتر قرائت شد. برای تعیین هماتوکریت (Hct) از روش میکروهماتوکریت استفاده شد. ابتدا بیش از دو سوم لوله موئینه هماتوکریت از خون منعقد نشده پر شد، سپس لوله‌های موئینه هپارینه داخل دستگاه سانترفیوژ میکروهماتوکریت قرار گرفت و پس از ۵ دقیقه سانتریفیوژ با سرعت ۱۳۰۰۰ دور در دقیقه مقدار هماتوکریت با استفاده از صفحه مدرج مخصوص قرائت شد (Rehulka، ۲۰۰۰). حجم گلبول قرمز (MCV)، میانگین هموگلوبین گلبول قرمز (MCH)، میانگین غلظت هموگلوبین گلبول قرمز (MCHC) با استفاده از فرمول‌های ذیل محاسبه شدند (Lee و همکاران، ۱۹۹۸):

MCV (fl) = ۱۰ × (گلبول قرمز/ هماتوکریت)

MCH (pg) =۱۰ × (گلبول قرمز/ مقدار هموگلوبین)

MCHC (%) =۱۰۰ × (هماتوکریت/ مقدار هموگلوبین)

نمونه‌برداری از ماهیان به‌صورت تصادفی انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌های با استفاده از روش آنالیز واریانس یک‌طرفه (One Way ANOVA) انجام شد. برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون آماری دانکن در سطح احتمال ۹۵ درصد استفاده شد. تمام داده‌ها به‌صورت میانگین±انحراف معیار گزارش شد. از نرم‌افزار Spss (version 22) برای آنالیز داده‌ها و Excel برای رسم جداول استفاده شد.

نتایج

نتایج حاصل از عملکرد رشد و بازماندگی فیل‌ماهی در تیمارهای مختلف در جدول ۳ ارائه شده است. نتایج رشد در تیمارهای شاهد و گرسنه به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر روند غذادهی قرار گرفت ($p<۰/۰۵$). به‌طوری‌که در طی ۴۰ روز پرورش، تیمارهای SRF1 و SRF2 نسبت به تیمار SRF3 به‌طور معنی‌داری افزایش وزن و نرخ رشد ویژه بالاتری نشان دادند ($p<۰/۰۵$) درحالی‌که با تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری نشان ندادند($p>۰/۰۵$). این نشان‌دهنده آن است که ۴ دوره متناوب گرسنگی ۲ روزه (SRF1) و ۲ دوره متناوب گرسنگی ۴ روزه (SRF2) هیچ‌گونه کاهش معنی‌داری در وزن بدن اعمال نکرده است درحالی که یک دوره گرسنگی ۸ روزه به‌طور معنی‌داری سبب کاهش وزن و نرخ رشد ویژه شد. شاخص ضریب تبدیل غذا که یکی از مهم‌ترین شاخص‌های تغذیه‌ای می‌باشد، با اعمال گرسنگی ۸ روزه (SFR3) به‌طور معنی‌داری نسبت به تیمارهای SRF1 و SRF2 افزایش یافت. پایین‌ترین و بهترین ضریب تبدیل غذا در تیمارهای SRF1 و SRF2 مشاهده شده است که نسبت به SRF3 معنی‌دار بود. در سایر شاخص‌های رشد (شاخص کبدی، شاخص دستگاه گوارش و فاکتور وضعیت) تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ($p>۰/۰۵$). بازماندگی در تیمارهای آزمایشی معنی‌دار بود($p<۰/۰۵$) بدین‌صورت که تیمار SRF2 بدون تلفات و دارای بیش‌ترین بازماندگی بود، اما تیمار SRF3 نسبت به سایر تیمارها دارای کم‌ترین بازماندگی بود.

جدول ۳: نتایج شاخص‌های رشد و تغذیه‌ای اندازه‌گیری شده در فیل‌ماهی در دوره‌های گرسنگی متفاوت به‌مدت ۴۰ روز

تیمار	F	SRF1	SRF2	SRF3
وزن ثانویه (گرم)	۱۴۸/۵۸ ±۱۶/۶۱^{a}	۱۳۸/۳۳ ±۱۲/۳۳^{a}	۱۳۵/۷۵ ±۱۳/۱۶^{a}	۱۱۳/۴۱ ±۷/۰۲^{b}
افزایش وزن (گرم)	۱۱۴/۵۸ ±۱۶/۷۳^{a}	۱۰۴/۳۳ ±۵/۲۵^{a}	۱۰۱/۷۵ ±۹/۳۶^{a}	۷۹/۴۱ ±۸/۶۴^{b}
ضریب تبدیل غذا	۰/۷۱ ±۰/۱۰^{ab}	۰/۶۵ ±۰/۰۷^{b}	۰/۶۵ ±۰/۰۸^{b}	۰/۸۵ ±۰/۰۷^{a}
نرخ رشد ویژه (درصد/ روز)	۳/۶۷ ±۰/۲۸^{a}	۳/۵۰ ±۰/۲۷^{a}	۳/۴۸±۰/۲۹^{a}	۳/۰۱ ±۰/۱۹^{b}
شاخص کبدی (درصد)	۴/۰۷ ±۰/۳۸	۳/۸۲ ±۰/۴۱	۳/۵۳ ±۰/۶۹	۳/۳۲ ±۰/۰۹
شاخص دستگاه گوارش (درصد)	۱۴/۸۳ ±۱/۱۸	۱۲/۶۸ ±۲/۸۸	۱۱/۴۳ ±۳/۰۵	۱۱/۵۲ ±۲/۱۴
فاکتور وضعیت (گرم/ سانتی‌متر)	۰/۴۲ ±۰/۰۶	۰/۳۹ ±۰/۰۸	۰/۴۴ ±۰/۱۱	۰/۵۱ ±۰/۲۳
بازماندگی (درصد)	۹۵/۵۵ ±۳/۸۵^{ab}	۹۵/۵۵ ±۷/۶۹^{ab}	۱۰۰/۰۰ ±۵/۰۰^{a}	۸۶/۶۶ ±۶/۶۶^{b}

میانگین و انحراف از معیار (Mean ± S.D) با حروف متفاوت در ردیف‌های یکسان نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در تیمارها می‌باشند ($p<۰/۰۵$). F: شاهد (غذادهی در کل دوره). SRF1: ۴ دوره متناوب گرسنگی ۲ روزه و غذادهی ۸ روزه پس از هر دوره گرسنگی. SRF2: ۲ دوره متناوب گرسنگی ۴ روزه و غذادهی ۱۶ روزه پس از هر گرسنگی. SRF3: یک دوره گرسنگی ۸ روزه و غذادهی ۳۲ روزه پس از دوره گرسنگی.

نتایج شاخص‌های خونی فیل‌ماهی به دوره‌های گرسنگی کوتاه مدت و تغذیه مجدد در جدول ۴ ارائه شده است. طبق نتایج به‌دست آمده، اثر گرسنگی و غذادهی مجدد بر پارامترهای گلبول قرمز، هموگلوبین، MCV، MCHC و گلبول سفید معنی‌دار بود ($p<۰/۰۵$) به‌طوری‌که با اعمال گرسنگی ۸ روزه (SRF3) سطح گلبول قرمز به‌طور معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها افزایش یافت. هموگلوبین خون در تیمار SRF1 دارای بالاترین میزان و دارای تفاوت معنی‌دار نسبت به سایر تیمارها بوده است ($p<۰/۰۵$). کم‌ترین میزان MCV

مربوط به تیمار SRF1 بود که تفاوت معنی‌داری با سایر تیمارهای آزمایشی نشان داد(p<۰/۰۵).کم‌ترین‌میزان MCHC مربوط به تیمار SRF2 بوده که با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری داشت (p<۰/۰۵). هم‌چنین تعداد گلبول سفید با دوره‌های گرسنگی کوتاه مدت و تغذیه مجدد تحت تاثیر قرار گرفت به‌طوری‌که با یک دوره گرسنگی ۸ روزه (SRF3)، تعداد گلبول سفید به‌طور معنی‌داری نسبت به سایر تیمارهای آزمایشی کاهش یافت (p<۰/۰۵).

جدول ۴: نتایج شاخص‌های هماتولوژیک اندازه‌گیری شده در فیل‌ماهی در دوره‌های گرسنگی متفاوت به‌مدت ۴۰ روز

تیمار	F	SRF1	SRF2	SRF3
گلبول قرمز (میلی‌مترمکعب/$X10^6$)	۰/۷۲ ±۰/۰۶^{b}	۰/۶۲ ±۰/۰۳^{c}	۰/۷۶ ±۰/۰۲^{b}	۰/۸۹ ±۰/۰۳^{a}
هموگلوبین (گرم بر دسی‌لیتر)	۳/۸۲ ±۰/۲۰^{b}	۴/۳۹ ±۰/۲۶^{a}	۳/۷۰ ±۰/۰۵^{b}	۳/۷۹ ±۰/۴۱^{b}
هماتوکریت (درصد)	۲۱/۰۹ ±۱/۰۲	۲۱/۳۷ ±۱/۵۱	۲۲/۹۵ ±۰/۶۶	۲۰/۶۴ ±۱/۸۷
MCV (پیکوگرم)	۲۹۱/۹۳ ±۳۳/۳۱^{a}	۲۴۰/۳۶ ±۱۷/۸۱^{b}	۳۰۱/۰۵ ±۱۶/۵۹^{a}	۳۳۱/۹۶ ±۳۴/۳۸^{a}
MCH (فمتولیتر)	۵۲/۹۹ ±۱۶/۵۸	۴۹/۳۵ ±۱۲/۹۲	۴۸/۵۳ ±۱۲/۰۶	۶۱/۲۳ ±۱۷/۵۶
MCHC (درصد)	۱۸/۱۴ ±۰/۱۹^{ab}	۲۰/۶۵ ±۲/۴۱^{a}	۱۶/۱۴ ±۰/۵۵^{b}	۱۸/۴۴ ±۲/۳۸^{ab}
گلبول سفید (میلی‌مترمکعب/$X10^3$)	۳۰/۳۶ ±۲/۳۶^{a}	۳۱/۰۲ ±۱/۷۴^{a}	۳۱/۰۲ ±۱/۹۸^{a}	۲۶/۴۰ ±۱/۷۴^{b}

میانگین و انحراف معیار (Mean ± S.D) با حروف متفاوت در ردیف‌های یکسان نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در تیمارها می‌باشند (p<۰/۰۵). F: شاهد (غذادهی در کل دوره). SRF1: ۴ دوره متناوب گرسنگی ۲ روزه و غذادهی ۸ روزه پس از هر دوره گرسنگی. SRF2: ۲ دوره متناوب گرسنگی ۴ روزه و غذادهی ۱۶ روزه پس از هر گرسنگی. SRF3: یک دوره گرسنگی ۸ روزه و غذادهی ۳۲ روزه پس از دوره گرسنگی.

بحث

به‌طورکلی، رشد شامل تغییر در اندازه بدن در طول زمان می‌باشد. تغییر در اندازه ماهیان در طول زمان ممکن است از طریق بررسی تفاوت‌ها در طول و وزن ارزیابی شود. رشد (افزایش وزن) می‌تواند شامل تعدادی از فرایندهای مجزا (نظیر رشد عضله، کبد، احشاء، گناد و تولید چربی) باشد. محدودیت غذایی روشی برای ارزیابی مسیرهای بیوشیمیایی تنظیم رشد عضله در ماهیان است. رشد جبرانی، دوره‌ای است که طی آن رشد افزایش می‌یابد و معمولاً بعد از محدودیت غذایی اتفاق می‌افتد. به‌همین دلیل، رشد جبرانی به‌عنوان تکنیکی جهت افزایش رشد در آبزی‌پروری (Hayward و همکاران، ۱۹۹۷) و نیز سایر زمینه‌های بیولوژی ماهی و مدیریت شیلاتی مورد توجه قرار دارد(De Santis و همکاران، ۲۰۱۱). گونه‌های مختلف ماهی در طول گرسنگی، مکانیسم‌های مختلف رفتاری و فیزیولوژی و ساختاری را جهت تحمل دوران کمبود غذایی و بهبود رشد در اثر تغذیه مجدد نشان می‌دهند (Navarro و همکاران، ۱۹۹۵). این مکانیسم‌ها منجر به تغییر در فاکتورهای مورفولوژیک می‌شود. بنابراین، در طول مدت گرسنگی فاکتورهای مورفولوژیک مربوط به عملکرد رشد مورد بررسی قرار می‌گیرد. به‌طور معمول، رشد جبرانی با بررسی وزن ماهی‌ها بررسی می‌شود، اگرچه در برخی از تحقیقات از طول ماهی نیز جهت بررسی رشد جبرانی استفاده می‌شود (Bavcevic و همکاران، ۲۰۱۰). در این مطالعه میانگین وزن نهایی و افزایش وزن به‌دست آمده در تیمارهای SRF1 و SRF2 اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد نشان ندادند(p>۰/۰۵). باتوجه به نتایج به‌دست‌آمده در پایان دوره آزمایش می‌توان چنین استنباط کرد که این ماهیان از توانایی سازگاری با دوره‌های گرسنگی برخوردار بودند به‌طوری‌که تیمارهای ۲ و ۴ روز گرسنگی دارای رشد جبرانی کامل بودند. اما تیمار ۸ روز گرسنگی (SRF3) وزن نهایی کم‌تری نسبت به تیمار شاهد داشتند که نشان دهنده رشد جبرانی نسبی در آن‌هاست. شواهد زیادی مبنی بر تأثیر عواملی چون شدت و طول دوره محرومیت غذایی، ترکیب جیره، سن، گونه و نیز جنسیت و وضعیت رسیدگی جنسی بر ماهیان آزمایشی وجود دارد (Jobling و همکاران، ۱۹۹۹؛ Ali و همکاران، ۲۰۰۳). به‌رغم تفاوت در گونه آزمایش مورد بررسی، نتایج این تحقیق با نتایج برخی از مطالعات صورت گرفته هم‌خوانی داشت. Mohanta و همکاران (۲۰۱۶) با اعمال گرسنگی‌های ۱، ۲ و ۳ ماه و تغذیه مجدد تا پایان آزمایش (۱۰ ماه مدت زمان آزمایش) در سه گونه کپور هندی *Catla catla* , *Labeo rohita* و *Cirrhinus mrigala* گزارش کردند که در انتهای آزمایش تیمار ۲ ماه گرسنگی، ۱۰۰٪ رشد جبرانی نشان دادند،ولی سایر ماهی‌ها در سایر تیمارها به وزن گروه شاهد نرسیدند و رشد جبرانی نسبی نشان دادند. Abdel-Tawwab و همکاران (۲۰۰۹) با اعمال گرسنگی‌های ۱، ۲، ۳ و ۴ هفته و تغذیه مجدد تا هفته ۱۳ در تیلاپیای نیل نوجوان (*Oreochromis niloticus*) گزارش دادند که در انتهای آزمایش، تیمار یک هفته گرسنگی به وزن تیمار شاهد رسیدند که مشخص‌کننده رشد جبرانی کامل بود. ولی ماهیان سایر تیمارها به وزن تیمار شاهد نرسیدند و فقط رشد جبرانی نسبی

نشان دادند. وزن نهایی، افزایش وزن و نرخ رشد در تیمارهای SRF1 و SRF2 با شاهد اختلاف معنی‌داری نداشتند (p>۰/۰۵) و این نشان دهنده رشد جبرانی کامل در این تیمارها می‌باشد که با نتایج Tian و همکاران (۲۰۱۰) بر ماهی کفشک زبان گاوی(*Cynoglossus Semilavis*) در تیمار ۴ روز گرسنگی هم‌خوانی داشت، ولی در تیمارهای ۲ روز و یک هفته گرسنگی وزن نهایی و نرخ رشد کم‌تر از گره شاهد بود و این بیانگر رشد جبرانی جزئی می باشد. نتایج مشابهی نیز در ارتباط با کاهش وزن بعد از ۲ و ۴ هفته گرسنگی و تأثیر آن بر شاخص‌های رشد در گونه تاس‌ماهی سفید (*Acipenser transmontanus*) مشاهده شد (Hung و همکاران، ۱۹۹۷). در مطالعه انجام شده بر تاس‌ماهی سیبری *(Acipenser baerii)* با استفاده از دوره‌های کوتاه‌مدت گرسنگی (۲، ۴ و ۸ روز) و تغذیه مجدد (۸، ۱۶ و ۳۲ روز)، اختلاف وزنی معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی و شاهد مشاهده نشد که معنی‌دار نبودن اختلافات وزنی گروه‌های ماهیان نشان می‌دهد که تاس‌ماهیان سیبری توانایی سازگاری با این نوع رژیم غذایی و جبران آن با تغذیه مجدد دارد (عشوری و همکاران، ۱۳۹۶). چنین وضعیتی در ماهی باراموندی (*Lates calcalifer*) (Tian و Qin، ۲۰۰۳) و نیز ماهی هیبرید تیلاپیا (*Oreochromis mossambicus*×O. *niloticus*) (Wang وهمکاران، ۲۰۰۰) مشاهده گردید. هم‌چنین در قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*)، در تیمار گرسنگی یک هفته رشد جبرانی کامل و در تیمارهای ۲ و ۳ هفته گرسنگی رشد جبرانی نسبی مشاهده شد (Nikki و همکاران، ۲۰۰۴). با توجه به نتایج به‌دست آمده از تحقیقات، به‌نظر می‌رسد که افزایش جذب غذا و قابلیت بالای رشد به‌عنوان مکانیسم اصلی رشد جبرانی طی دوره تغذیه مجدد می‌باشد. ضریب رشد ویژه (SGR) رشد سریع (لگاریتمی) طی یک فاصله زمانی، اغلب جهت تخمین نرخ افزایش رشد استفاده می شود (Bavčević و همکاران، ۲۰۱۰). در مطالعه حاضر، بعد از اتمام دوره آزمایش، در ضریب رشد ویژه اختلاف معنی‌داری بین شاهد و تیمارهای SRF1 و SRF2 مشاهده نشد. طبق مطالعات انجام شده درصورتی‌که در ماهیان تیمارهای آزمایشی میزان SGR نسبت به تیمار شاهد افزایش یابد، ولی به وزن ماهیان شاهد نرسند، نشان می‌دهد که رشد جبرانی در تیمارهای آزمایشی به‌وقوع پیوسته است (Bavčević و همکاران، ۲۰۱۰). نتایج به‌دست آمده مشابه با نتایج مطالعه Mohanta و همکاران (۲۰۱۶) که در مدت ۲ ماه بدون تغذیه تکمیلی در ماهی کپور هندی رشد جبرانی کامل را مشاهده کردند بود و نیز با نتایج قبلی مبنی بر رشد جبرانی کامل بعداز یک هفته گرسنگی مطابقت داشت (Liu و همکاران، ۲۰۱۱، Abdel-Tawwab و همکاران، ۲۰۰۸، Tian و Qin، ۲۰۰۳، Wang و همکاران، ۲۰۰۰). در نرخ رشد ویژه نیز تیمار شاهد با تیمار SRF3 اختلاف معنی‌داری نشان داد که این تیمار توانسته کاهش وزن خود را در طول دوره گرسنگی جبران کند و ممکن است به دلیل کاهش متابولیسم در طول دوره گرسنگی که ناشی از کاهش فعالیت ماهی یا افزایش خوراک روزانه یا هر دو این‌ها باشد (Jobling، ۱۹۸۰). این اختلاف در پاسخ رشد جبرانی در تیمارهای گرسنگی احتمالاً به‌دلیل وابسته‌بودن پاسخ رشد جبرانی به‌طول‌دوره گرسنگی می‌باشد (Tian و همکاران، ۲۰۱۰). در این مطالعه اختلاف در نتایج می‌تواند به‌دلیل کم بودن زمان جبران رشد در تیمار ۸ روز گرسنگی باشد که فرصت لازم را برای جبران وزن از دست رفته در اثر دوره گرسنگی نداشته و اختلاف معنی‌داری را با گروه شاهد نشان داده‌اند ولی در تیمارهای ۲ و ۴ روز گرسنگی فرصت جبران بیش‌تری داشته است و به‌همین دلیل اختلاف معنی‌داری بین آن و گروه شاهد مشاهده نشد. در این تحقیق ضریب تبدیل غذایی در پایان دوره آزمایش هیچ تغییری نسبت به شاهد نشان نداد و اختلاف معنی‌داری بین تیمار شاهد با سایر تیمارها مشاهده نشد. هرچند با افزایش دوره‌های گرسنگی از میزان ضریب تبدیل غذایی کاسته شد ولی این اختلاف معنی‌دار نبود که با نتایج Heide و همکاران (۲۰۰۶) که نشان داد ضریب تبدیل غذایی بین تیمار شاهد و گرسنگی هیچ تفاوتی نداشته است و اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، هم‌خوانی داشت. ولی با نتایج Falahatkar و همکاران (۲۰۰۷) بر بچه‌ماهی فیل زیر یک‌سال مخالف بود و آن‌ها با افزایش دوره گرسنگی کاهش معنی‌داری در FCR مشاهده کردند. ولی برخی از نتایج نشان دادند که ضریب تبدیل غذایی در هر دو گروه‌های گرسنگی و شاهد هیچ تفاوتی ندارند (Russell و Wootton، ۱۹۹۲). در این مطالعه تفاوتی در ضریب تبدیل غذایی بین تیمار شاهد و گرسنگی مشاهده نشد و تفاوت‌های به‌دست آمده از نتایج تحقیقات گوناگون، می‌تواند به‌علت تفاوت در مرحله زندگی، پروتوکل و شرایط آزمایشی، شدت و مدت محرومیت غذایی، سوء تغذیه و شرایط فیزیولوژیک ماهی، ترکیب رژیم غذایی، کیفیت مواد مغذی، سرعت و تناوب تغذیه، دوره نوری و دمای آب باشد (Mohanta و همکاران، ۲۰۱۶). نتایج حاصل از فاکتور وضعیت نیز رشد متناسب بین وزن و طول را در گروه گرسنه و شاهد نشان می‌دهد. با توجه به این‌که در مطالعه حاضر فاکتور وضعیت در گروه شاهد با سایر گروه‌های گرسنگی اختلاف معنی‌داری نشان نداد، لذا عدم تغییر CF ناشی از ثبات در رشد طولی و وزنی می‌باشد. به‌وضوح مشخص است که گرسنگی و غذادهی مجدد اثرات معنی‌داری بر فیزیولوژی و رشد ماهیچه در ماهی دارد (Navarro و Gutierrez، ۱۹۹۵). تحقیق حاضر نشان می‌دهد که فیل ماهی، تحت تاثیر تیمارهای مختلف گرسنگی، روند کاهشی در شاخص کبدی و شاخص دستگاه گوارش در دوران گرسنگی و غذادهی نشان می‌دهد، هر چند این تغییرات معنی‌دار نمی‌باشند. کاهش شاخص کبدی و شاخص دستگاه گوارش طی گرسنگی

در سابر مطالعات نیز گزارش شده است. در مطالعه Rossi و همکاران (۲۰۱۵) گرسنگی به‌مدت ۷ و ۲۸ روز سبب کاهش HSI در گربه ماهی (*Hoplosternum littorale*) شده است. در مطالعه‌ای دیگر بر تاس‌ماهی سیبری (*Acipenser baerii*) نیز شاخص HSI ، VSI و ۴ و ۸ روز بعد گرسنگی کاهش معنی‌داری داشته‌اند (Ashouri و همکاران، ۲۰۱۳) هم‌چنین کاهش HSI در تاس‌ماهی سفید (*Acipenser transmontanus*) (وزن اولیه ۳۷۷ گرم) طی ۱۰-۲ هفته گرسنگی (Hung و همکاران، ۱۹۹۷)؛ قزل‌آلای قهوه‌ای (*Salma truta*) طی ۴۹ روز گرسنگی (Bayir و همکاران، ۲۰۱۱) و سیم‌دریایی (*Sparus aurata*) برای یک‌دوره ۱۹ روزه گرسنگی (Meton و همکاران، ۱۹۹۹) گزارش شده است. اگرچه این کاهش در مطالعه حاضر معنی‌دار نبود، اما به‌طورکلی نشان‌دهنده نقش مهم ذخایر کبد، امعاء و احشاء به عنوان منبع انرژی در دوران گرسنگی در فیل ماهی می‌باشد. به‌طور کلی، ارتباط مستقیمی بین وزن کبد و ذخایر آن وجود دارد (Aikins و همکاران، ۱۹۹۲). Hung و همکاران (۱۹۹۷) در مطالعه بر تاس‌ماهی سفید نشان دادند که طی گرسنگی، امعاء و احشاء نسبت به لاشه ماهی وزن بیش‌تری از دست داده و چربی بدن کاهش شدیدتری نسبت به پروتئین بدن نشان‌داده است. لذا کاهش شدید ذخایر چربی کبدو استفاده آن به‌عنوان منبع انرژی در دوران گرسنگی دلیل مهمی در کاهش شاخص کبدی می‌باشد و نشان از اهمیت ذخایر چربی کبد طی دوره گرسنگی کوتاه‌مدت در ماهیان خاویاری دارد که پیش‌تر در مطالعه Nogueira و همکاران (۲۰۱۱) بر سیم دریایی معمولی (*Pagrls pagrus*) نیز گزارش شده است. در بررسی گلبول‌های سفید در مطالعه حاضر به‌جز تیمار SRF3 بین تیمارهای گرسنه و تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. Johansson و همکاران (۱۹۷۴) روند کاهشی را در گلبول‌های سفید مارماهی (*Anguilla anguilla*) نشان دادند و عنوان کردند که این کاهش در تعداد گلبول‌های سفید ممکن است به‌دلیل آسیب‌دیدن سیستم دفاعی بدن در طول دوره‌های گرسنگی باشد. بنابراین، در مطالعه حاضر با توجه به معنی‌دار بودن تیمار SRF3 نسبت به تیمار شاهد، می‌توان این نتیجه را گرفت که دوره‌های گرسنگی کوتاه‌مدت به احتمال زیاد تاثیری بر سطح ایمنی بدن ماهی دارد و توانسته سطح ایمنی را کاهش دهد و نیز مقاومت ماهی را طی گرسنگی در برابر بیماری کاهش‌داده است. اما در مطالعه مرشدی و همکاران (۱۳۹۳) که بر فیل‌ماهی و ماهی سیبری انجام دادند، در هیچ‌کدام از تیمارهای هرگونه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. ولی بین دو گونه اختلاف معنی‌داری مشاهده شد که این تفاوت در پاسخ‌های متفاوت به گرسنگی به اختلاف گونه‌ای نسبت داده می‌شود. در این تحقیق از نظر تعداد گلبول‌های قرمز هم در طول دوره در گروه‌های گرسنه و تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. روند افزایشی در تعداد گلبول‌های قرمز با افزایش دوره گرسنگی مشاهده‌شد. Smirnov (۱۹۶۵) نشان داد که در طول دوره گرسنگی ۱۴۵ روز ماهی بوربوت (*Lota lota*) تعداد گلبول‌های قرمز افزایش می‌یابد. تعداد گلبول‌های قرمز می‌تواند بر توازن کل انرژی بدن تأثیرگذار باشد. لذا، به‌دلیل کاهش فعالیت ماهی در طول دوره گرسنگی، تعداد کمی از گلبول قرمز مورد نیاز است و تعداد آن‌ها رو به افزایش می‌گذارد و اندازه و تعداد گلبول‌های قرمز در گونه‌های مختلف نیز متفاوت می‌باشد (مرشدی و همکاران، ۱۳۹۳) که در این آزمایش کاهش فقط در تیمار SRF1 مشاهده شد و گلبول قرمز در تیمارهای SRF2 و SRF3 بیش‌تر از گروه شاهد بود که احتمال دارد به‌دلیل آزاد شدن بیش‌تر گلبول قرمز از بافت‌های خون‌ساز یا کاهش متابولیسم بدن در این تیمارها باشد. شاخص هماتوکریت بین تیمار شاهد با سایر تیمارهای گرسنگی اختلاف معنی‌داری نداشت. Larsson و Lewander (۱۹۷۳) در مطالعه بر مارماهی اروپایی (*Anguilla anguilla*) نشان دادند که گرسنگی تأثیر معنی داری بر هماتوکریت نمی‌گذارد و با نتایج مطالعه حاضر مطابق بود ولی با نتایج مرشدی و همکاران (۱۳۹۳) که روند افزایشی را در بچه فیل‌ماهیان مشاهده کردند، مغایر بود. هم‌چنین در مطالعه Bahrekazemi و Asadi (۲۰۱۸) در ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) میزان هماتوکریت بین بیمارهای مختلف معنی‌دار بود. با توجه به مطالعات صورت گرفته از جمله عواملی که در طول دوره استرس بر میزان هماتوکریت اثرگذار می‌باشد (تغییر حجم پلاسماء تغییر شکل گلبول‌های قرمز و کاهش یا افزایش تولید گلبول‌های قرمز از بافت‌های خون‌ساز) (Benfey و Biron، ۲۰۰۰) و با توجه به این‌که هماتوکریت در این گونه تغییری نکرده است، می‌تواند ناشی از این باشد که این گونه توانسته خودش را با شرایط گرسنگی سازگار کندو اثرات گرسنگی را خنثی کند. با توجه به‌نتایج به‌دست آمده در پایان دوره آزمایش می‌توان چنین استنباط کرد که فیل‌ماهی از توانایی سازگاری با دوره‌های کوتاه‌تر گرسنگی برخوردار است به‌طوری‌که تیمارهای ۲و ۴ روز گرسنگی دارای رشد جبرانی کامل بودند. اما تیمار ۸ روز گرسنگی وزن نهایی کم‌تری نسبت به تیمار شاهد داشتند که نشان‌دهنده رشد جبرانی نسبی در آن‌ها می‌باشد.

منابع

۱. **عشوری، ق.؛ یاوری، و.؛ بهمنی، م.؛ یزدانی، م.ع.؛ کاظمی، ر.؛ مرشدی، و. و فتح‌اللهی، م.، ۱۳۹۶.** پاسخ‌های فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی بچه‌ماهیان سیبری دوره‌های گرسنگی کوتاه مدت و تغذیه مجدد: اثرات رشد جبرانی. مجله علوم و فنون. شماره ۱، صفحات ۱ تا ۱۳.

۲. **عشوری، ق.؛ یاوری، و.؛ بهمنی، م.؛ یزدانی‌ساداتی،م.ع.؛ کاظمی، ر.ا.؛ مرشدی، و. و فتح‌اللهی، م.، ۱۳۹۴.** پاسخ های فیزیولوژیکی و مرفولوژیکی بچه تاس‌ماهیان سیبری *Acipenser baerii* (Brandt, 1896) به دوره‌های گرسنگی کوتاه مدت و تغذیه مجدد: اثرات رشد جبرانی. مجله علمی علوم و فنون دریایی. دوره ۱۴، شماره ۱، صفحات ۲۱ تا ۳۲.

۳. **مرشدی، و.؛ کوچنین، پ.؛ یزدانی، م.ع.؛ پورعلی، ح.ر. عشوری، ق. و عضدی، م.، ۱۳۹۳.** مقایسه تغییرات در هموگلوبینف هماتوکریت و تعداد گلبول‌های سفید و قرمز در طول محرومیت غذایی بچه ماهیان سیبری و بچه فیل‌ماهی پرورشی. مجله زیست‌شناسی ایران. شماره ۲، صفحات ۲۸۲ تا ۲۹۰.

۴. **یارمحمدی، م.؛ پورکاظمی، م.؛ کاظمی، ر.ا.؛ حسن‌زاده‌صابر، م. و یزدانی، م.ع.، ۱۳۹۴.** تأثیر دوره‌های گرسنگی بر شاخص‌های خونی استرس در تاس‌ماهی ایرانی (*Acipenser* persicus). فصلنامه علوم و فنون شیلات. دوره ۴، شماره ۴، صفحات ۱۳۵ تا ۱۴۷.

5. **Abdel-Tawwab, M.; Abdel-Rahman, A.M. and Ismael, N.E.M., 2008.** Evaluation of commercial live bakers' yeast, Saccharomyces cerevisiae as a growth and immunity promoter for Fry Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) challenged in situ with *Aeromonas hydrophila*. Aquaculture. Vol. 280, pp: 185-189.

6. **Aikins, F.K.; Hung, S.S.; Liu, W. and Li, H., 1992.** Growth, lipogenesis and liver composition of juvenile white sturgeon fed different levels of D-glucose. Aquaculture. Vol. 105, No. 1, pp: 61-72.

7. **Ali, M.; Nicieza, A. and Wootton, R.J., 2003.** Compensatory growth in fishes: a response to growth depression. Fish and Fisheries. Vol. 4, pp: 147-190.

8. **Ashouri, Gh.; Yavari, V.; Bahmani, M.; Yazdani, M.A.; Kazemi, R.; Morshedi, V. and Fatollahi, M., 2013.** The effect of short-term starvation on some physiological and morphological parameters in juvenile Siberian sturgeon, *Acipenser baerii* (Actinopterygii: Acipenseriformes: Acipenseridae). Acta Ichthyologica Piscatoria. Vol. 43, No. 2, pp: 145-150.

9. **Bahrekazemi, M. and Asadi, M., 2018.** Effects of dietary prebiotic Mito (MHF-Y) and starvation on the compensatory growth, survival, and hematological parameters in Common carp (*Cyprinus carpio* L, 1758). Iranian Journal of Aquatic Animal Health. Vol. 4, No. 1, pp: 82-94.

10. **Bavčević, L.; Klanjšček, T.; Karamarko, V.; Aničić, I. and Legović, T., 2010.** Compensatory Growth in Gilthead Sea Bream (*Sparus Aurata*) Compensates Weight, but Not Length. Aquaculture. Vol. 301, pp: 57-63.

11. **Bayir, A.; Sirkecioglu, N.; Bayir, M.; Haliloglu, H.I.; Kocaman, E.M. and Aras, N.M., 2011.** Metabolic composition and ration size on key enzyme activities of glycolysis–gluconeogenesis, the pentose phosphate pathway and amino acid metabolism in liver of gilthead sea bream (*Sparus aurata*). British Journal of Nutrition. Vol. 82, No. 3, pp: 223-232.

12. **Bélanger, F.; Blier, P.U. and Dutil, J.D. 2002.** Digestive capacity and compensatory growth in Atlantic cod (*Gadus morhua*). Fish Physiology and Biochemistry. Vol. 26, pp: 121-128.

13. **Benfey, T.J. and Biron, M., 2000.** Acute stress response in triploid rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and brook trout (*Salĺelinus fontinalis*). Aquaculture. Vol. 184, pp: 167-176.

14. **Blaxhall, P.C. and Daisley, K.W., 1973.** Routine haematological methods for use with fish blood. Journal of fish biology. Vol. 5, No. 6, pp: 771-781.

15. **Chebanov, M. and Billard, R., 2001.** The culture of sturgeons in Russia: production of juveniles for stocking and meat for human consumption. Aquatic Living Resources. Vol. 14, No. 6, pp: 375-381.

16. **Davis, K.B. and Gaylord, T.G., 2011.** Effect of fasting on body composition and responses to stress in sunshine bass. comparative and biochemical physiology part A. Vol. 158, pp: 30-36.

17. **De Santis, C. and Jerry, D.R., 2011.** Differential tissue regulation of myostatin genes in the teleost fish *Lates calcarifer* in response to fasting. Evidence for functional differentiation. Molecular and Cellular endocrinology. Vol. 335, pp: 158-165.

18. **Falahatkar, B.; Foadian, A.; Abbasalizadeh, A. and Tolouei Gilani, M.H., 2007.** Effects of starvation and feeding strategies on growth performance in sub yearling great sturgeon (*Huso huso*). Aquaculture Europe. pp: 24-27.

19. **FAO. 2016.** Agriculture Organization, 2014. Livestock Primary. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

20. **Hayward, R.S.; Noltie, D.B. and Wang, N., 1997.** Use of compensatory growth to double hybrid sunfish growth rates. Transactions of the American Fisheries Society. Vol. 126, pp: 316-322.

21. **Heide, A.; Foss, A.; Stefansson, S.O.; Mayer, I.; Norberg, B.; Roth, B.; Jenssen, M.D.; Nortvedt, R. and Imsland,**

31. **Mendez, G. and Wieser, W., 1993.** Metabolic responses to food deprivation and refeeding in juveniles of *Rutilus rutilus.* Environmental Biology of Fishes. Vol. 36, pp: 73-81

32. **Metón, I.; Mediavilla, D.; Caseras, A.; Cantó, E.; Fernández, F. and Baanante, I.V., 1999.** Effect of diet composition and ration size on key enzyme activities of glycolysis–gluconeogenesis, the pentose phosphate pathway and amino acid metabolism in liver of gilthead sea bream (*Sparus aurata*). British Journal of Nutrition. Vol. 82, No. 3, pp: 223-232.

33. **Mohanta, K.N.; Mohanty, S.N.; Jena, J.K. and Sahu, N.P., 2008.** Protein requirement of silver barb, *Puntius gonionotus* fingerlings. *Aquaculture Nutrition*, Vol. 14, No. 2, pp: 143-152.

34. **Mohanta, K.N.; Rath, S.C.; Nayak, K.C.; Pradhan, C.; Mohanty, T.K. and Giri, S.S., 2016.** Effect of restricted feeding and refeeding on compensatory growth, nutrient utilization and gain, production performance and whole body composition of carp cultured in earthen pond. Aquaculture Nutrition. Online Version of Record published before inclusion in an issue. pp: 1-10.

35. **Mohseni, M; Ozorio, R.O.A.; Pourkazemi, M. and Bai, S.C., 2008.** Effects of dietary Lcarnitine supplements on growth and body in beluga sturgeon (*Huso huso*) juveniles. Journal of Applied Ichthyology. Vol. 24, pp: 646-649.

36. **Natt, M.P. and Herrick, C.A., 1952.** A new blood diluent for counting the erythrocytes and leucocytes of the chicken. Poult Sci. Vol. 31, No. 4, pp: 735-738.

37. **Navarro, I. and Gutierrez J., 1995.** Fasting and starvation. In: Hochachka P.W. and Mommsen T.P. (eds.), Biochemistry and Molecular Biology of Fishes. Elsevier Science. New York. Vol. 4, pp: 394-433.

38. **Navarro, I.; Gutiérrez, J. and Planas, J., 1995.** Estimates of fish glucagon by heterologous radioimmunoassay: antibody selection & cross-reactivities. Comparative Biochemistry & Physiology Part C: Pharmacology, Toxicology & Endocrinology. Vol. 110, No. 3, pp: 313-319.

39. **Nikki, J.; Pirhonen, J.; Jobling, M. and Karjalainen, J., 2004.** Compensatory growth in juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) held individually. Aquaculture. Vol. 235, pp: 285-296.

40. **Nogueira, N.; Cordeiro, N.; Canada, P.; Cuze Silva, P. and Ozório R.O.A., 2011.** Separate and combined of *Amphiprion melanops.* Fish Biology. Vol. 55, pp: 1273-1289.

A.K., 2006. Compensatory growth and fillet composition in juvenile Atlantic halibut: Effects of short term starvation periods and subsequent feeding. Aquaculture. Vol. 261, pp: 109-117.

22. **Hung, S.S.O.; Liu, W.; Li, H.B.; Storebakken, T. and Cui, Y.B., 1997.** Effects of starvation on some morphological and biochemical parameters in white sturgeon (*Acipenser transmontanus*). Aquaculture. Vol. 151, pp: 357-363.

23. **Jobling, M., 1980.** Effects of Starvation on Proximate Chemical Composition and Energy Utilization of Plaice (*Pleuronectes Platessa* L). Journal of Fish Biology. Vol. 17, pp: 325-334.

24. **Jobling, M.; Koskela, J. and Winberg, S., 1999.** Feeding and growth of whitefish fed restricted and abundant rations: influences on growth heterogeneity and brain serotonergitic activity. Fish Biology. Vol. 54, pp: 437-449.

25. **Johansson-Sjobeck, M.L.; Dave, J.; Larsson, A.; Lewander, K. and Lidman, U., 1974.** Metabolic and hematological effects of starvation in the European eel, *Anguilla anguilla*. Hematology. Comp. Biochem. Physiol. Vol. 52A, pp: 431-434

26. **Kenari, A.A.; Mozanzadeh, M.T. and Pourgholam, R., 2011.** Effects of total fish oil replacement to vegetable oils at two dietary lipid levels on the growth, body composition, haemato-immunological and serum biochemical parameters in Caspian brown trout (*Salmo trutta caspius*). Aquaculture Research. Vol. 42, No. 8, pp: 1131-1144.

27. **Kenari, A.A.; Mahmoudi, N.; Soltani, M. and Abediankenari, S., 2013.** Dietary nucleotide supplements influence the growth, haemato-immunological parameters and stress responses in endangered Caspian brown trout (*Salmo trutta caspius*). Aquaculture Nutrition. Vol. 19, No. 1, pp: 54-63.

28. **Larsson, Å. and Lewander, K., 1973.** Metabolic effects of starvation in the eel *Anguilla anguilla* L. Comp. Biochem. Physiol. Part A Mol. Integr. Physiol. Vol. 44A, pp: 367-374.

29. **Lee, R.G.; Foerster, J.; Jukens, J.; Paraskevas, F.; Greer, J.P. and Rodgers, G.M., 1998.** Wintrobe's- Clinical Hematology. 10th edn. Lippincott Williams & Wilkins, New York.

30. **Liu, W.; Wei, Q.W.; Wen, H.; Jiang, M.; Wu, F. and Shi, Y., 2011.** Compensatory growth in juvenile Chinese sturgeon (*Acipenser sinensis*): effects of starvation and subsequent feeding on growth and body composition. Applied Ichthyology. Vol. 27, pp: 749-754.

41. **Rehulka, J., 2000.** Influence of Astaxanthin on growth rate, condition, and some blood indices of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. Aquaculture. Vol. 190, No. 1-2, pp: 27-47.

42. **Rossi, A.S.; Cazenave, J.; Bacchetta, C. and Campana, M., 2015.** Physiological and metabolic adjustments of *Hoplosternum littorale* (Teleostei, Callichthyidae) during starvation. Ecological Indicators. Vol. 56, pp: 161-170. DOI:10.1016/j.ecolind.2015.04.001

43. **Russell, N.R. and Wootton, R.J., 1992.** Satiation digestive tract evacuation and return of appetite in the European minnow (*Phoxinus phoxinus*) following short periods of pre-prandial starvation. Environmental Biology of Fishes. Vol. 38, pp: 385390.

44. **Smirnov, L.J., 1965.** Blood indices of the burbot during prolonged total fasting and subsequent feeding. Dokl. Acad. Sci. U.S.S.R. Biol. Sci. Sect. Vol. 160, pp: 107-109.

45. **Tian, X. and Qin, G., 2003.** A Single Phase of Food Deprivation Provoked Compensatory Growth in Barramundi (*Lates calcarifer*). Aquaculture. Vol. 224, pp: 169-179.

46. **Tian, X.; Fang, J. and Dong, S., 2010.** Effects of starvation and recovery on the growth, metabolism and energy budget of juvenile tongue sole (*Cynoglossus semilaevis*). Aquaculture. Vol. 310, pp: 122-129.

47. **Wang, Y.; Cui, Y.; Yang, Y. and Cai, F., 2000.** Compensatory growth in hybrtilapia (*Oreochromis* mosambicus × *O. niloticus*) reared in seawater. Aquaculture. Vol. 189, pp: 101-108.